

Sessão 7

Suficiência e Eficiência Energética nos Edifícios nos Açores

2,5 horas

23 de Novembro de 2023

Paulo Franco / Pedro Perpétuo

temas da apresentação

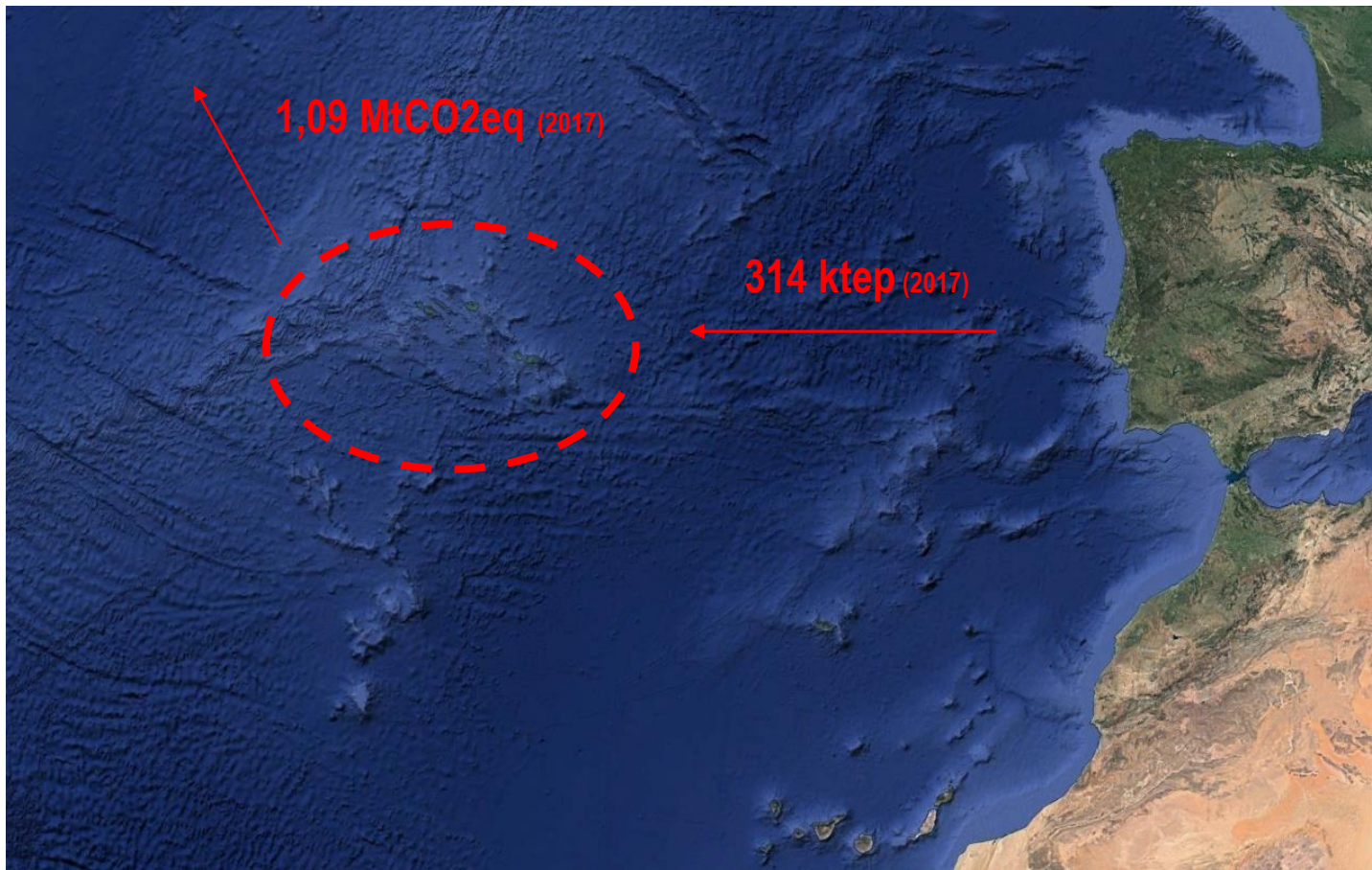
- fluxos energéticos nos Açores
- produção de energia elétrica nos Açores
- consumo de energia nos edifícios
- equipamentos e sistemas de AVAC
- equipamentos e sistemas de energias renováveis

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

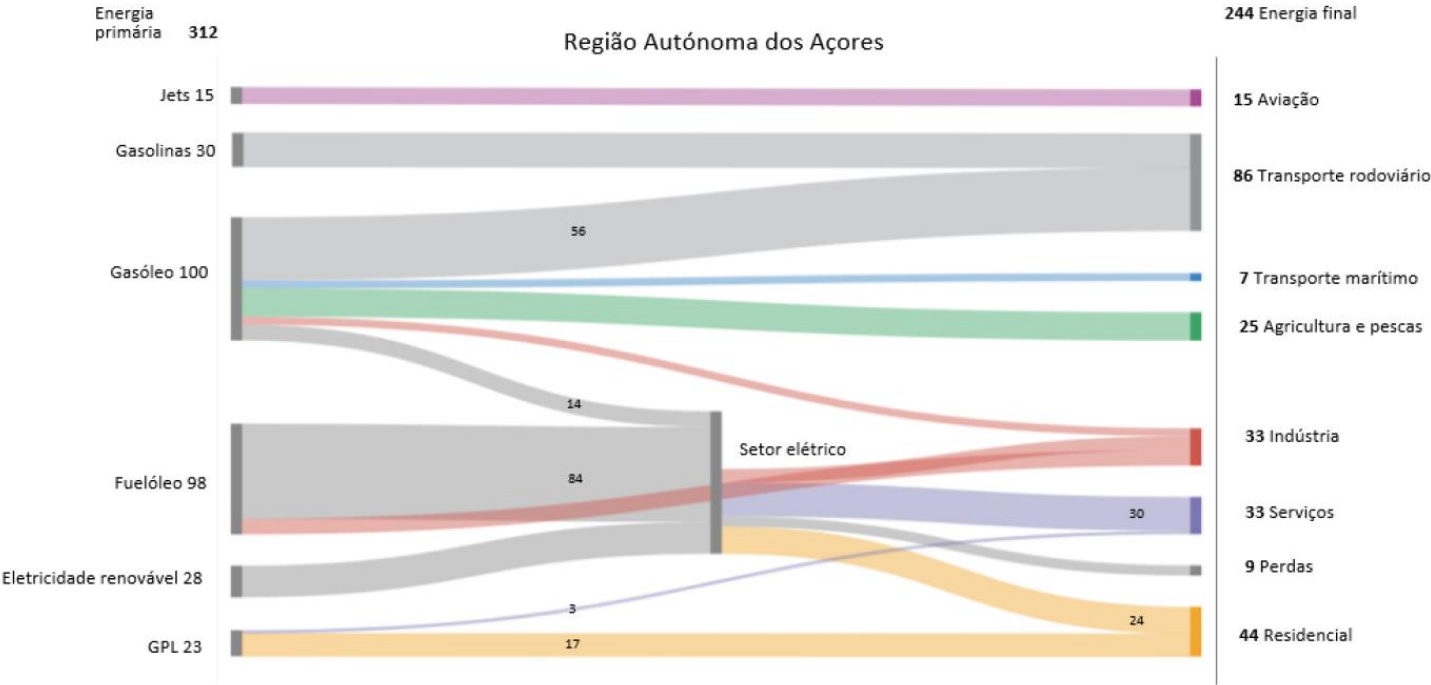
FORMAÇÃO (B-LEARNING)



23 de Novembro de 2023

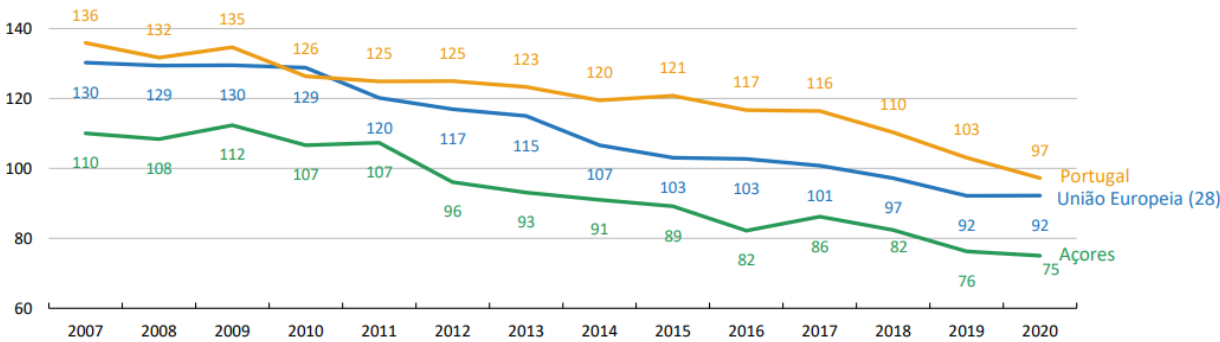
Pedro Perpétuo

fluxos energéticos nos Açores 2020

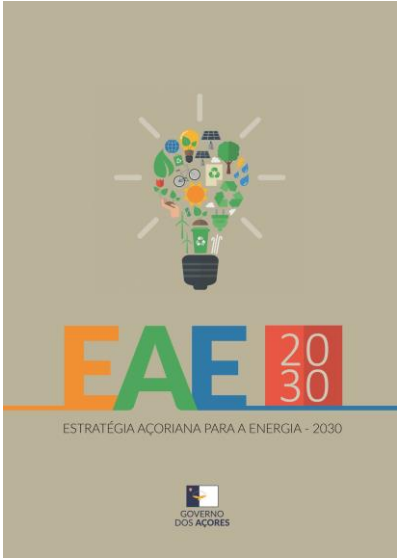


Dados: DGEG, “Balanço Energético da Região Autónoma dos Açores 2020”.
As discrepâncias entre os fluxos apresentados devem-se a acertos registados no Balanço Energético, a arredondamentos e à omissão de fluxos energéticos inferiores a 3ktep. Energia primária inclui variações de stock e exclui transportes marítimos e aviação internacional. Indústria inclui o setor da construção e obras públicas. Perdas inclui os consumos próprios do setor elétrico e perdas no transporte e distribuição de eletricidade.

intensidade energética nos Açores



Dados: INE, Produto Interno Bruto a preços correntes (base 2016 - €) (Portugal, Açores); Eurostat, Gross Domestic Product at market prices (UE 28); DGEG, Balanço energético da RAA (Açores); Eurostat, Primary energy consumption (UE e Portugal). Os dados de consumo de energia primária para os Açores incorporam os usos não-energéticos ao contrário dos dados da UE e Portugal.



intensidade energética na UE, Portugal e Açores
(tep/M€)



23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

o efeito das crises

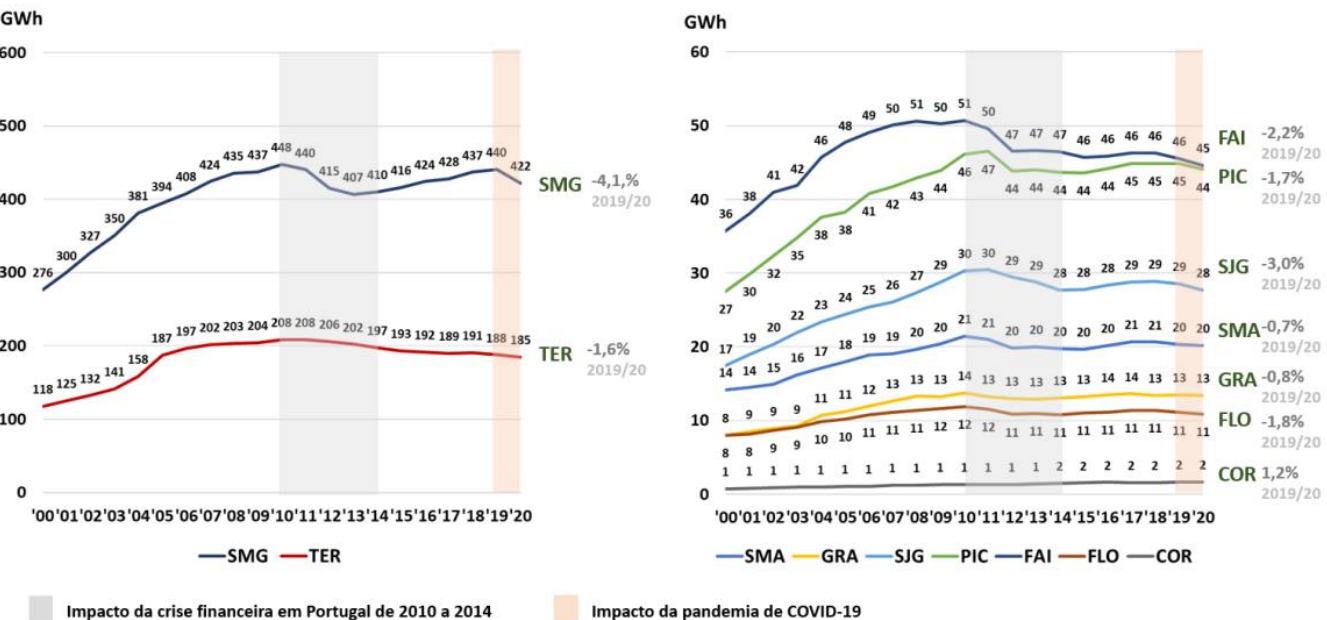
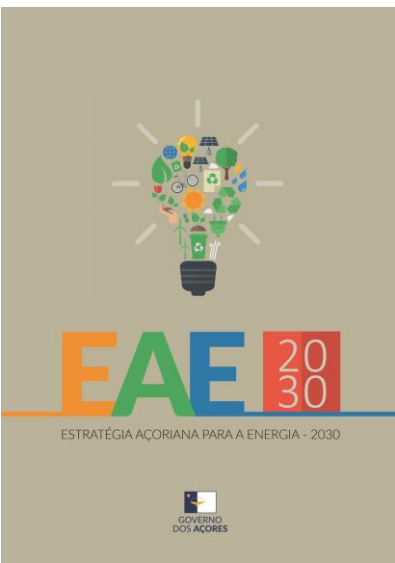


Figura 11: Evolução da emissão de energia elétrica na RAA de 2000 a 2020



consumo de energia nos edifícios

- climatização
- aqs
- cozinha
- equipamentos
- iluminação

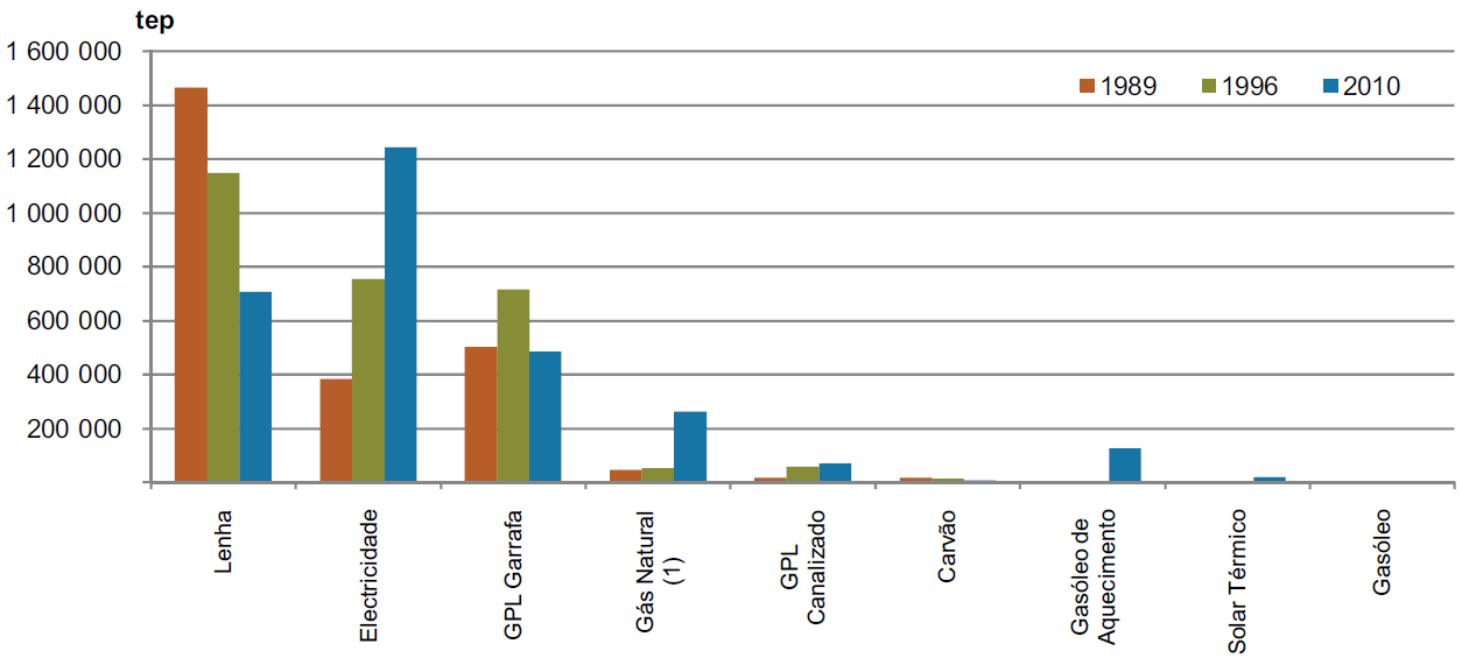


© byacores.com

23 de Novembro de 2023

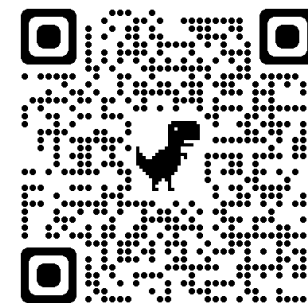
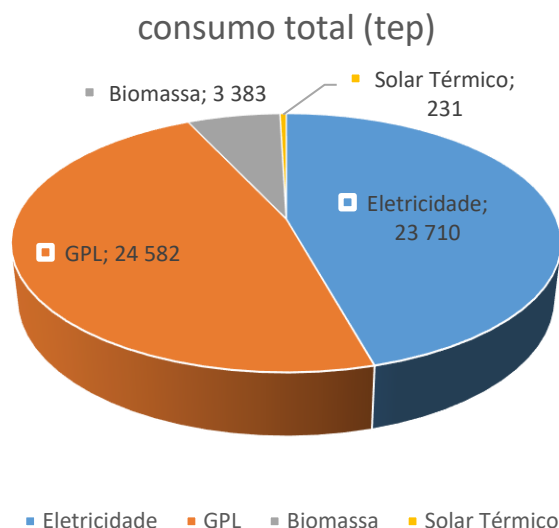
Pedro Perpétuo

evolução do consumo de energia nos alojamentos por tipo de fonte de energia - Portugal



fonte: INE/DGEG – inquérito ao consumo de energia no sector doméstico 2010

consumo de energia nos edifícios de habitação Açores

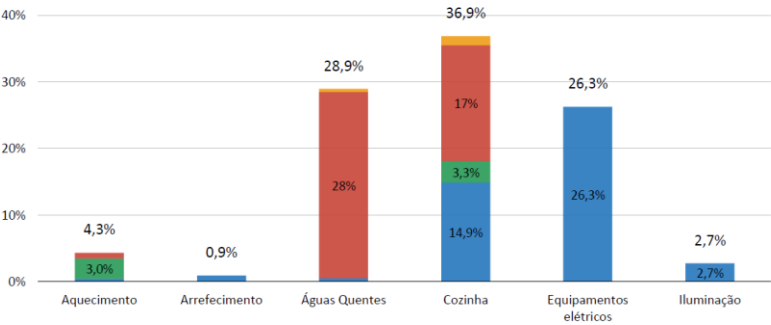


fonte: INE/DGEG – inquérito ao consumo de energia no sector doméstico 2020

23 de Novembro de 2023

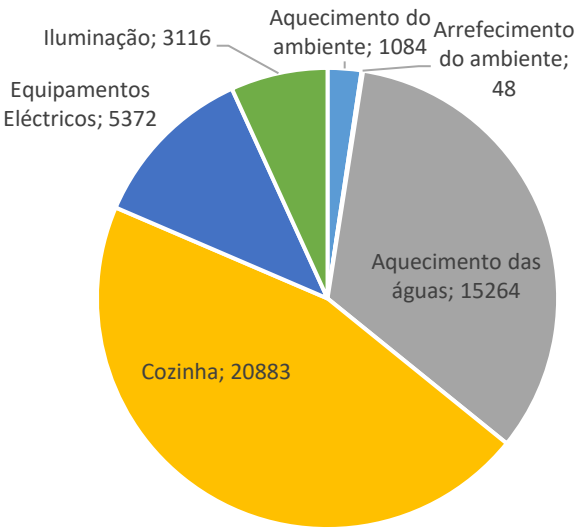
Pedro Perpétuo

consumo de energia nos edifícios de habitação



Dados: INE.

consumo de energia (tep) no alojamento



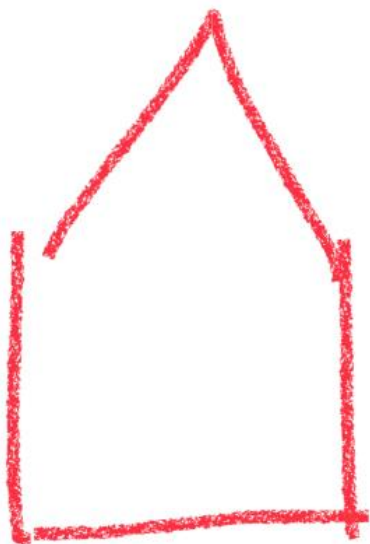
- Aquecimento do ambiente
- Arrefecimento do ambiente
- Aquecimento das águas
- Cozinha
- Equipamentos Eléctricos
- Iluminação

fonte: INE/DGEG – inquérito ao consumo de energia no sector doméstico 2020

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

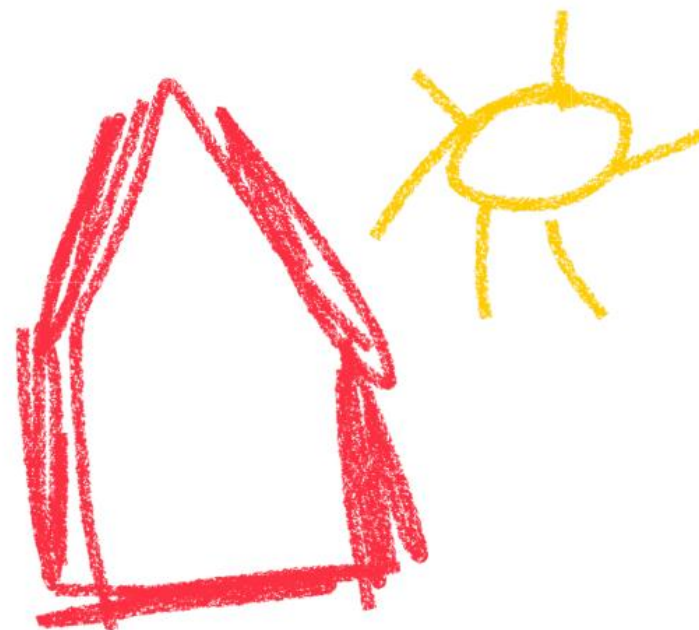
porque razão os edifícios de habitação consomem pouca energia?



**sem conforto
sem consumo energético**



**com conforto
com consumo energético**



**com conforto
sem consumo energético**

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

consumo e produção de electricidade nos Açores

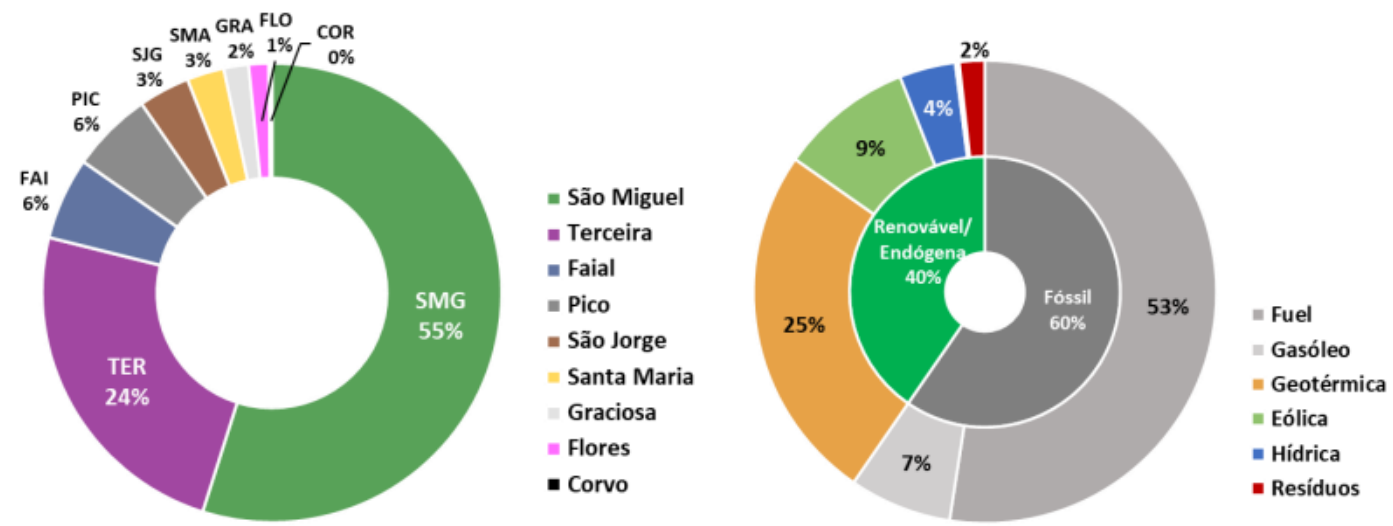


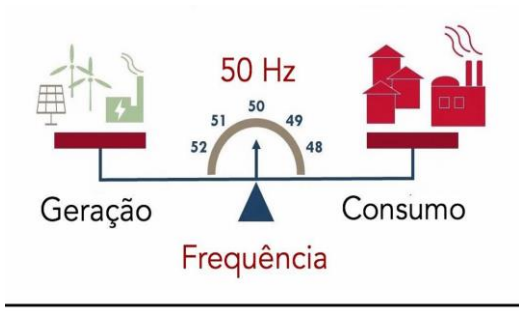
Figura 16: Emissão na RAA por ilha e por fonte de energia primária em 2020

© EDA

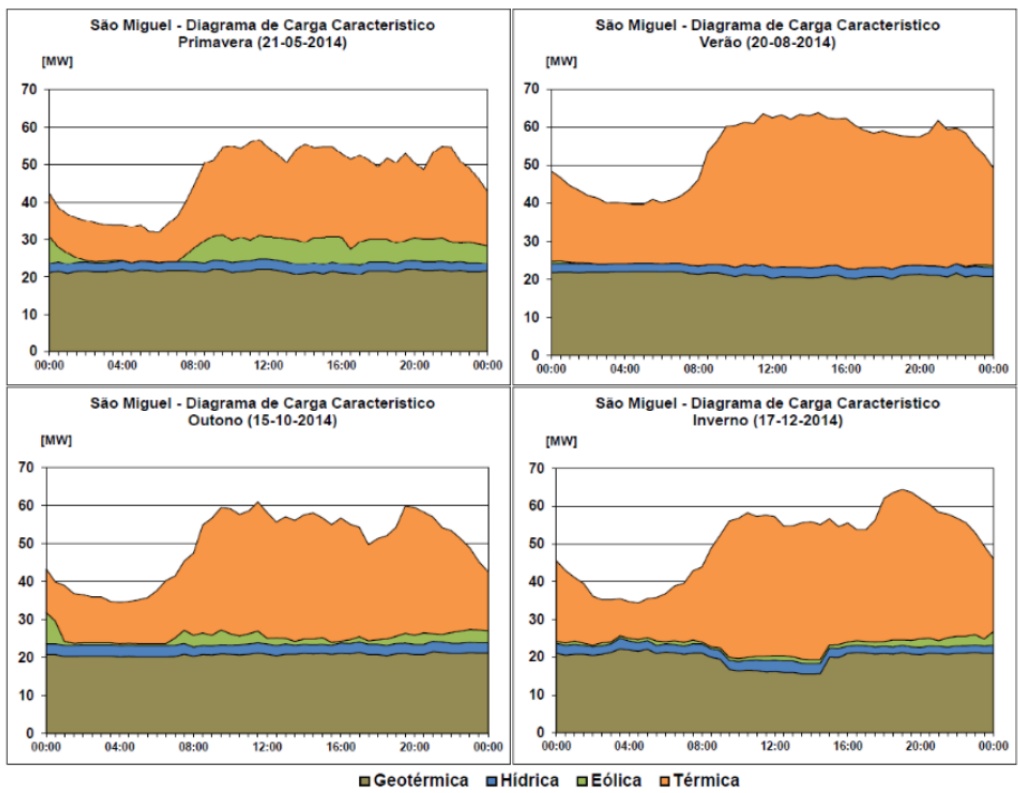
23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

consumo e produção de electricidade nos Açores



© António Vidigal



© Pedro Sarmento de Beires / EDA

projecto GRACIÓLICA

parque eólico de **4,5 MW**
(**5 aerogeradores** de 900 kW cada)

parque fotovoltaico de **1 MW**
(**4000 painéis** de 250 Wp)

central de armazenamento e
gestão de energia de **7,4 MW/2,6 MWh**
(3 inversores de 2,475 MW cada
e 320 baterias de iões de lítio)



© EDA

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

projecto GRACIÓLICA

- aumento da penetração de renováveis
- melhoria da qualidade da energia
- aumento da fiabilidade, resiliência do sistema elétrico da Graciosa

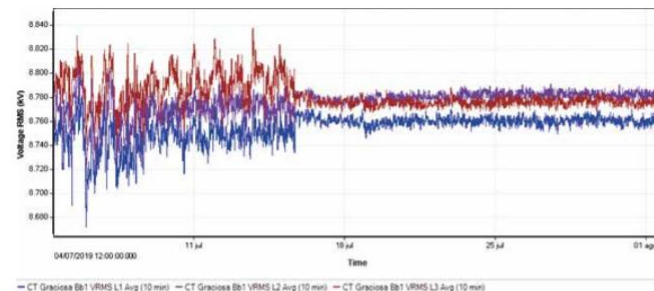


Figura 1 - Evolução da tensão aquando da transição para o sistema híbrido

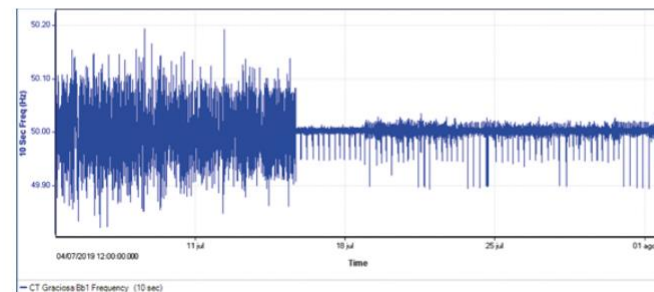


Figura 2 - Evolução da frequência aquando da transição para o sistema híbrido

© EDA

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

Graciosa – ilha modelo



© GRA

nos últimos 20 anos o consumo doméstico na Graciosa aumentou **34%** (= Açores)

o consumo doméstico por habitante aproximou-se da média nos Açores
(**3,2 kWh/hab.dia**)

em 2022 a penetração das renováveis foi de **60%**

o consumo de electricidade na Graciosa é **1,7%** do total nos Açores

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

e se fosse em São Miguel?



© ESA

160 aerogeradores / 130 000 painéis solares / 10.300 baterias

O MAIS ANTIGO JORNAL PORTUGUÊS
FUNDADO EM 1835
POR MANUEL ANTONIO
DE VASCONCELOS

Açoriano Oriental

www.acorianooriental.pt

ANO CLXXXVIII - Nº 21785
DOMINGO, 22 DE JANEIRO DE 2023
DIÁRIO

DIRETOR:
PAULO SIMÕES

1,50 €
IVA Inc.

Geotermia vai produzir 53% da energia de São Miguel até 2027



EDA investe 75 milhões em nove poços geotérmicos

PÁGINAS 2E3

...el, iniciada em 2020, está a ser bem-sucedida
xpansão da central no Pico Vermelho PÁGINA 7

Eletricidade dos Açores quer 44% de energia geotérmica na ilha Terceira até 2025

A Eletricidade dos Açores (EDA) estimou que, até 2025, a Central Geotérmica do Pico Alto seja responsável pela produção de 44% da energia consumida na ilha Terceira, aumentando a penetração de energias renováveis na ilha para 60%.

20 de Jul de 2021, 12:41



A compensação tarifária, em 2022, "foi cerca de 114,8 milhões de euros, com um acréscimo de 30,9 milhões de euros face ao ano anterior, devido ao aumento do custo com os combustíveis e com as licenças de emissão de dióxido de carbono", refere.



EDA fecha 2022 com lucro de 12,1 ME

Contas da elétrica açoriana refletem uma ligeira baixa do lucro, relativamente a 2021. Metade dos dividendos (6,1 milhões de euros) será distribuída pelos acionistas. Presidente Nuno Pimentel vai deixar administração PÁGINA 10E10

EDA regista resultado líquido de 12,2 ME em 2022

Empresa registou quebra de 3,4% no resultado, face a 2021 PÁGINA 2E

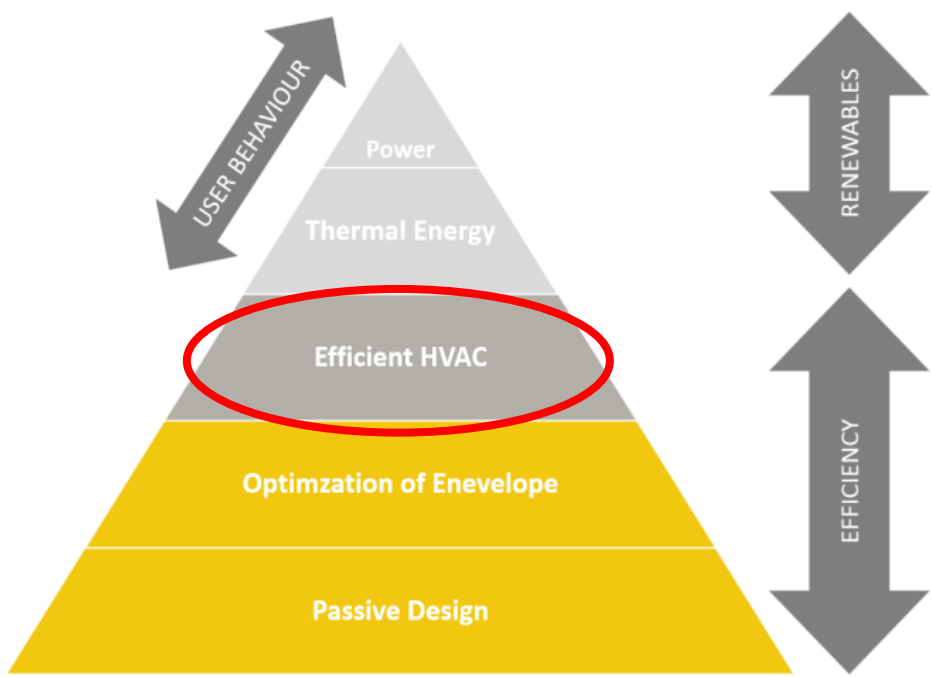
© AO

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

FORMAÇÃO (B-LEARNING)



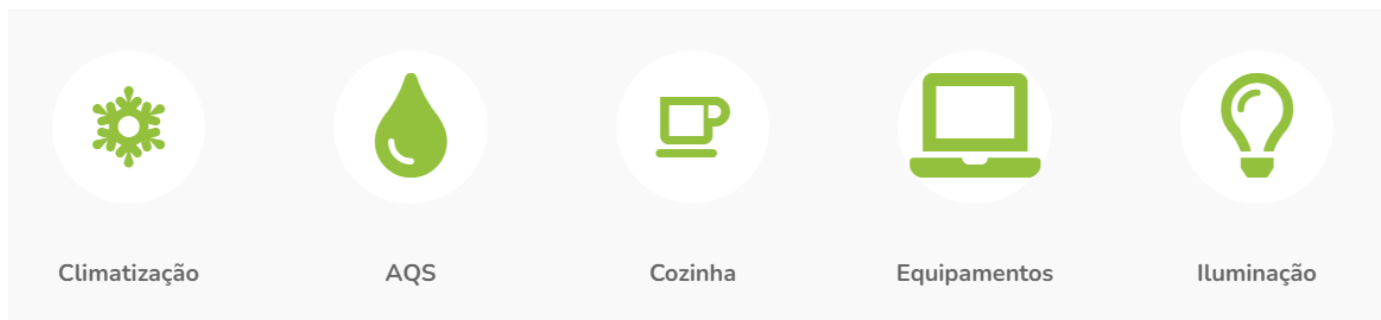
© <https://cravezero.eu/>

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

sistemas técnicos

- ventilação
- climatização (aquecimento / arrefecimento)
- água quente sanitária
- cozinha e equipamentos (consumos não regulados)
- iluminação
- energias renováveis
- sistemas de automatização e controlo de edifícios



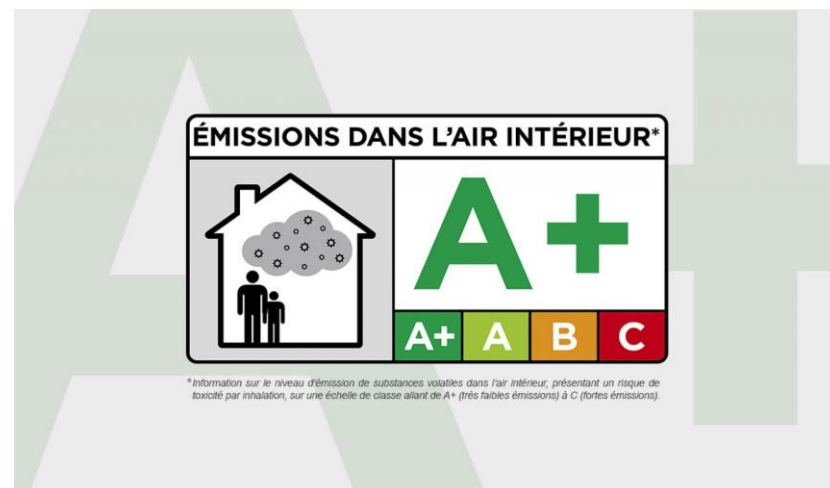
© POUPA ENERGIA

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

importância da qualidade do ar interior

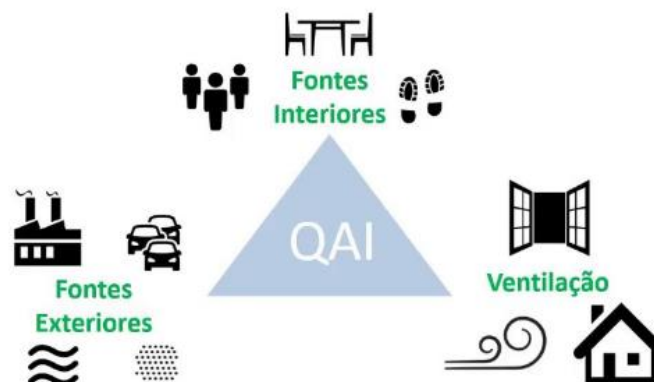
- respirar é uma necessidade básica, uma pessoa inala em média 12.000 a 15.000 litros de ar/dia
- a exposição humana a poluentes é causa de várias doenças
- as pessoas passam 90% do tempo em ambientes interiores, principalmente nos países desenvolvidos
- síndrome do edifício doente



importância da qualidade do ar interior

a qualidade do ar no interior dos edifícios é condicionada por:

- ambiente exterior
- características do edificado
 - localização e orientação
 - materiais utilizados
 - tipo e qualidade da ventilação
 - ocorrências e patologias
- comportamentos dos ocupantes
 - densidade de ocupação
 - ventilação natural / mecânica
 - comportamentos associados à produção de poluentes
 - dieta e estilo de vida



QAI – parâmetros de avaliação e poluentes

parâmetros físicos

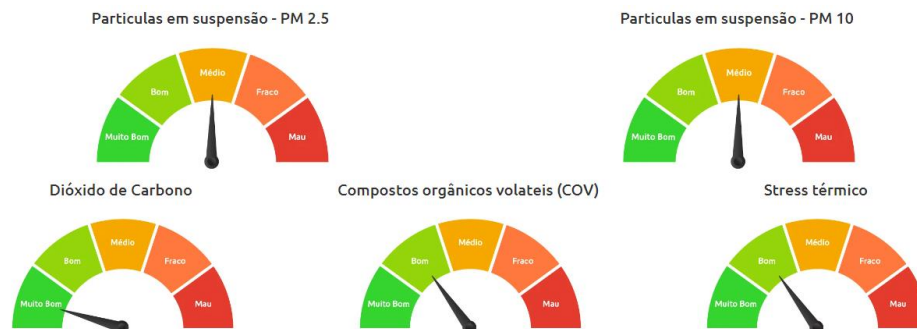
- temperatura
- humidade relativa

parâmetros químicos

- dióxido de carbono - CO₂
- monóxido de carbono - CO
- partículas PM₁₀ e PM_{2,5}
- compostos orgânicos voláteis - COV
- formaldeído - CH₂O
- radão - Ra

parâmetros biológicos

- bactérias e vírus
- fungos



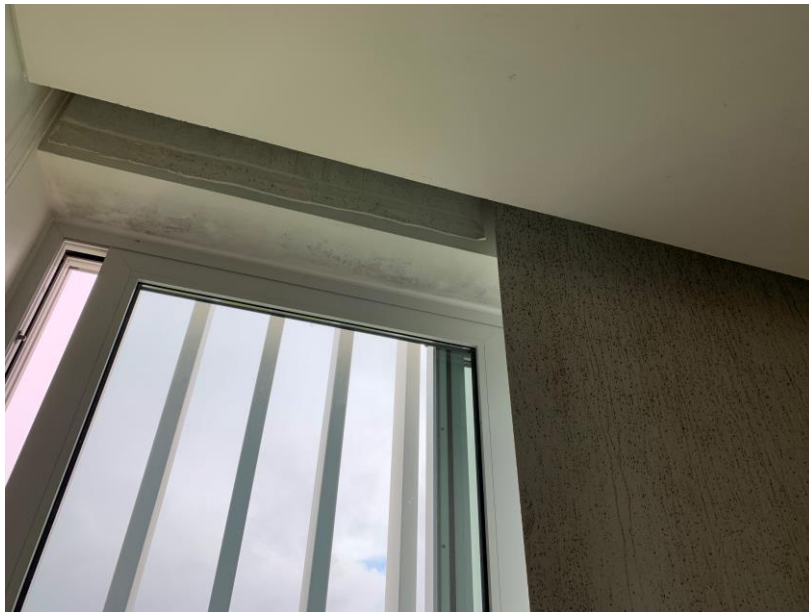
© Metro Lisboa

auditorias à QAI

artigo 16.º do Decreto-Lei 101-D/2020, de 7 de Dezembro:

- os edifícios novos ou renovados, incluindo os seus sistemas técnicos, são objeto de requisitos relativos à ventilação de espaços, (...)
- todos os edifícios de comércio e serviços em funcionamento estão sujeitos a requisitos relacionados com a qualidade do ar interior, devendo ser assegurado o cumprimento de limiares de proteção e condições de referência, (...)
- os GES e os edifícios de comércio e serviços que abranjam creches, estabelecimentos de educação pré -escolar, estabelecimentos de ensino do primeiro ciclo do ensino básico e estruturas residenciais para pessoas idosas que se encontrem em funcionamento estão sujeitos a uma **avaliação simplificada anual** de requisitos relacionados com a qualidade do ar interior, (...)

patologias associadas à QAI



23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

dimensionamento dos sistemas de ventilação

Portaria n.º 138-I/2021, de 1 de Julho

Anexo II, relativo aos sistemas técnicos – ventilação

- ventilação nos edifícios deve realizar -se, preferencialmente, de forma natural e quando necessário complementada com soluções de ventilação mecânica, (...);
- no caso de edifícios ventilados de forma natural, deve ser assegurado que os sistemas de ventilação são dotados de meios destinados a limitar a renovação excessiva de ar, designadamente, devido à ação do vento intenso, bem como de uma distribuição adequada das aberturas nos espaços para promover a renovação do ar interior e evitar zonas de estagnação;
- as soluções de ventilação devem ter em conta o cumprimento das disposições relativas aos requisitos acústicos (...);
- no caso dos edifícios de habitação, a ventilação deve ser geral a todo o edifício, devendo a admissão de ar ser realizada pelos espaços principais e a extração por espaços de serviço;

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

dimensionamento dos sistemas de ventilação

Portaria n.º 138-I/2021, de 1 de Julho, Anexo II

para edifícios de habitação – taxa de renovação horária > 0,50 rph

- cumpre a NP 1037
- não cumpre a NP 1037

Tabela 10 — Valores mínimos da taxa de renovação horária nos edifícios de habitação, $R_{ph_{min}}$,
segundo a Norma EN 16798-1

Contexto	$R_{ph_{min}}$ (h ⁻¹)
Edifício novo	0,50
Edifício sujeito a grande renovação	
Edifício sujeito a renovação no sistema de ventilação	

dimensionamento dos sistemas de ventilação

Portaria n.º 138-I/2021, de 1 de Julho
Anexo II

para edifícios de comércio e serviços
caudais de ar novo

- critério ocupação
 - método prescritivo
 - método analítico
- critério edifício

Tabela 11 — Caudal mínimo de ar novo determinado em função da carga poluente devida à ocupação, [m³/(hora.ocupante)]

Tipo de espaço	Tipo de atividade	Caudal de ar novo [m³/(hora.ocupante)]
Quartos, dormitórios e similares	Sono	16
Salas de repouso, salas de espera, salas de conferências, auditórios e similares, bibliotecas.	Descanso	20
Escritórios, gabinetes, secretarias, salas de aula, cinemas, salas de espetáculo, salas de refeições, lojas e similares, museus e galerias, salas de convívio, salas de atividade de estabelecimentos de geriatria e similares.	Sedentária	24
Salas de jardim de infância e pré-escolar e salas de creche		28
Laboratórios, <i>ateliers</i> , salas de desenho e trabalhos oficiais, cafés, bares, salas de jogos e similares.	Moderada	35
Pista de dança, salas de ginásios, salas de <i>ballet</i> e similares	Ligeiramente alta	49
Salas de musculação, salas em ginásios e pavilhões desportivos e similares.	Alta	98

Tabela 12 — Caudal mínimo de ar novo em função da carga poluente devida ao edifício [m³/(hora.m²)]

Situação do edifício	Caudal de ar novo [m³/(hora.m²)]
Sem atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos	3
Com atividades que envolvam a emissão de poluentes específicos ⁽¹⁾	5
Com espaços em que a existência predominante (superior a 75 %) de materiais de baixa emissão poluente ⁽²⁾	2
Piscinas (em que a área de referência é a área do plano de água)	20

dimensionamento dos sistemas de ventilação

Portaria n.º 138-I/2021, de 1 de Julho, Anexo II

para edifícios de comércio e serviços
caudais de extracção

Tabela 13 — Caudais mínimos de extracção de ar a assegurar para locais e instalações específicas (m³/h)

Tipo de espaço	Sistema de extracção	Caudal de extracção (m³/h)
Instalação Sanitária privada ⁽¹⁾	Com funcionamento contínuo ⁽³⁾ . . .	Máx (45; 10 x A _{pav})
	Sem funcionamento contínuo	Máx (90; 10 x A _{pav})
Instalação Sanitária pública ⁽²⁾	Funcionamento normal	Máx (90 x (número de urinóis + número de sanitas + número de duches); 10 x A _{pav})
	Funcionamento intensivo ⁽⁴⁾	Máx (125 x (número de urinóis + número de sanitas + número de duches); 10 x A _{pav})

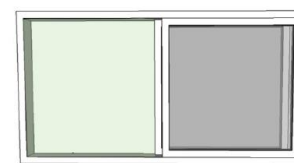
dimensionamento dos sistemas de ventilação

Portaria n.º 138-I/2021, de 1 de Julho, Anexo II
para edifícios de comércio e serviços
ventilação natural – método condicional
verificação cumulativa de:

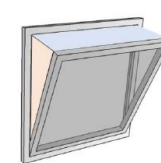
- edifícios até 4 pisos, sem actividades poluentes, sem aparelhos de combustão
- área total de aberturas > 4% da área útil
- janelas com folhas móveis, que limitem a entrada de água da chuva
- janelas com aberturas acima de 1,80 m
- densidade máxima de 0,2 ocupantes/m²
- espaços com aberturas numa fachada, a profundidade não deve exceder 2x PD ou 7,5 m
- espaços com aberturas em 2 fachadas opostas ou adjacentes, a profundidade não deve exceder 5x PD ou 17,5 m



$$A_{ab} = A_{\square} + 2x A_{\nabla}$$

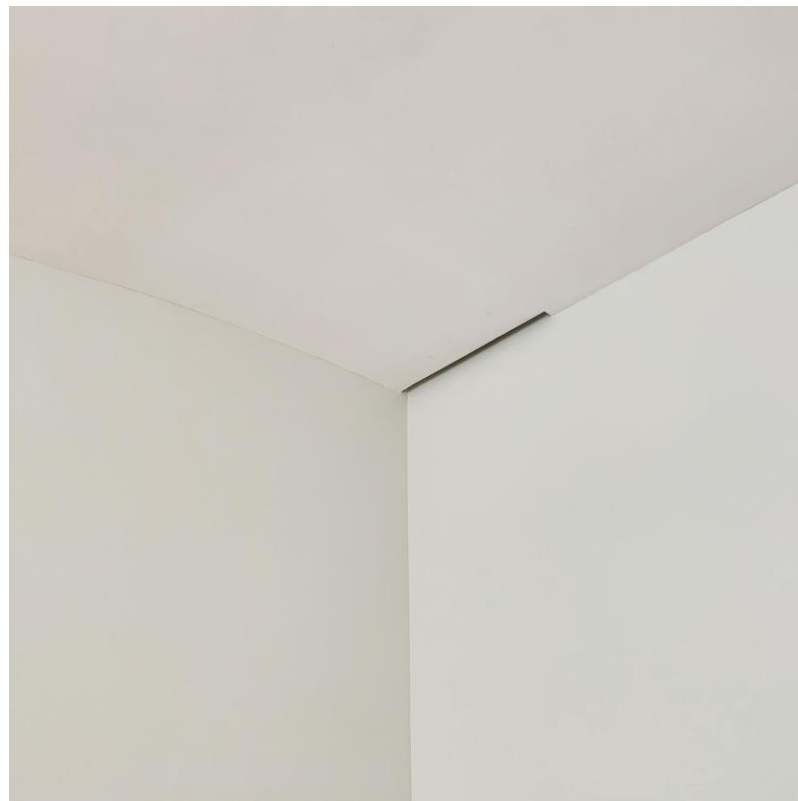
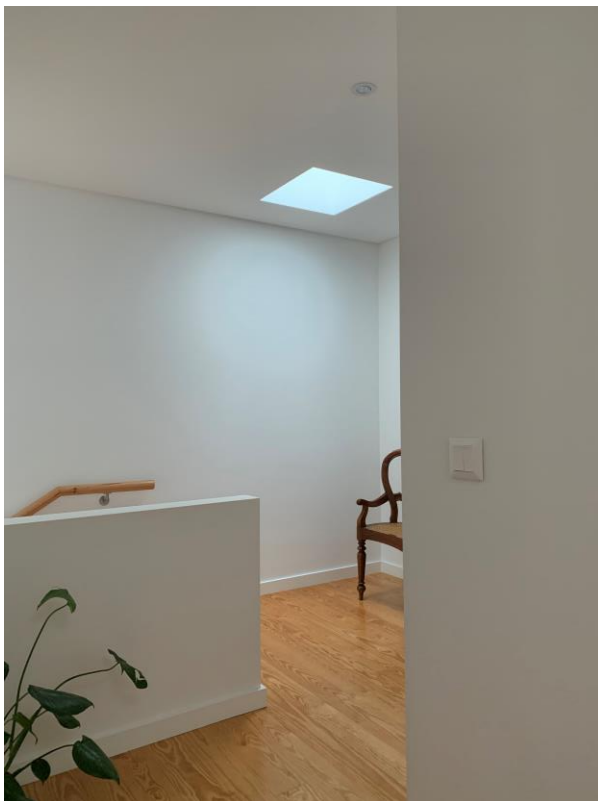


$$A_{ab} = A_{\square}$$



$$A_{ab} = A_{\square} + 2x A_{\nabla}$$

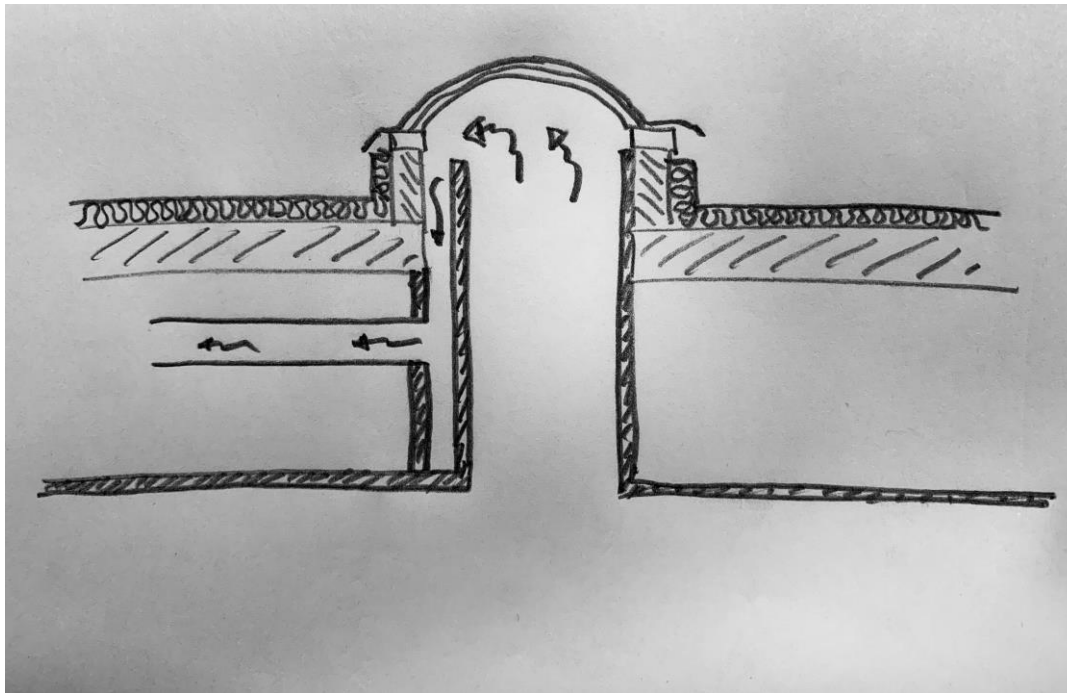
soluções de ventilação



23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

soluções de ventilação



23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

soluções de ventilação – condutas



23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

soluções de ventilação – UVU e UVB

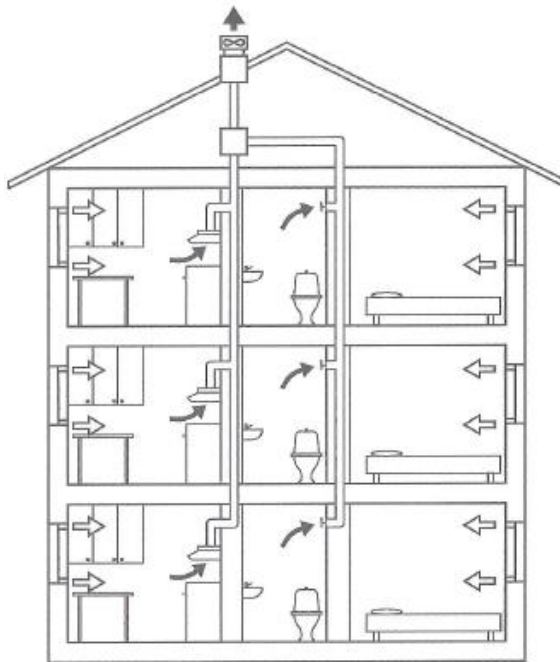


Figure 18.4 A mechanical exhaust ventilation system may serve one or several apartments

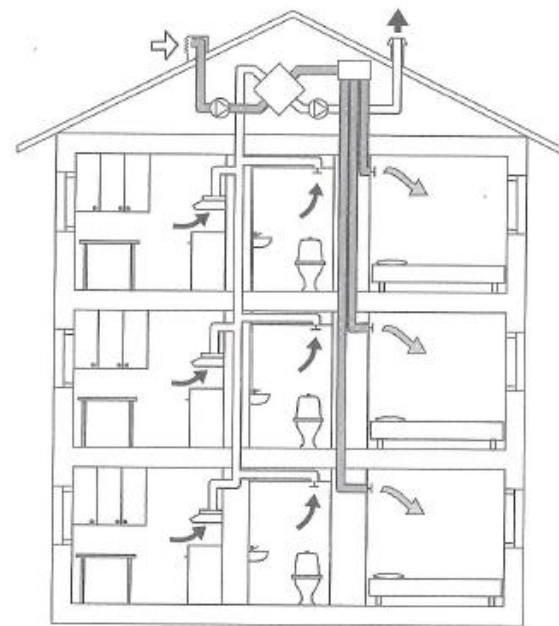
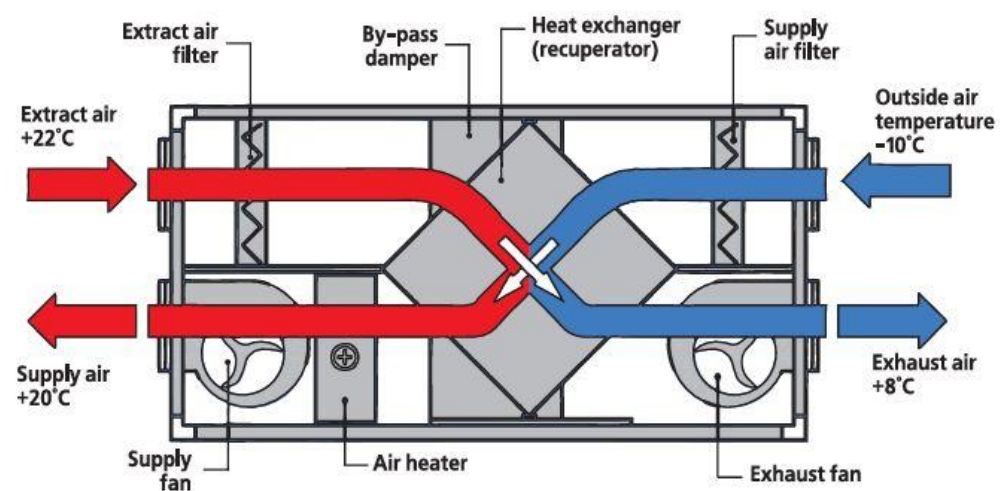


Figure 18.8 Centralized mechanical supply and exhaust system with heat recovery in an apartment building

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

unidades de ventilação bidireccional

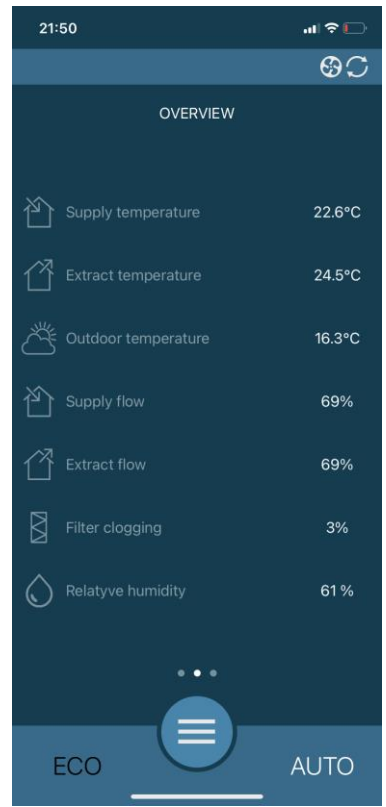
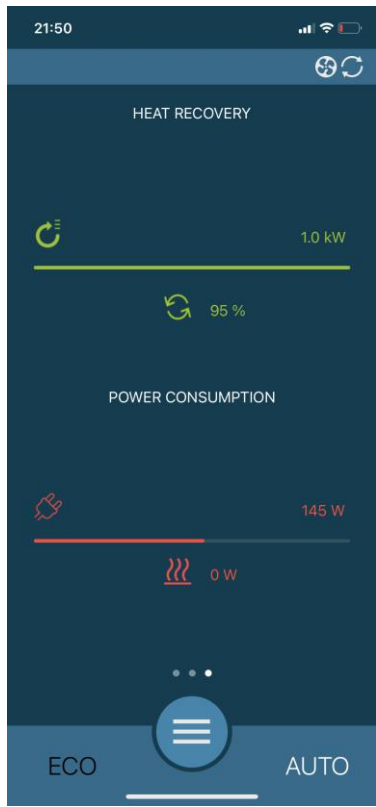


© SIBER

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

recuperação de calor



© BROFER

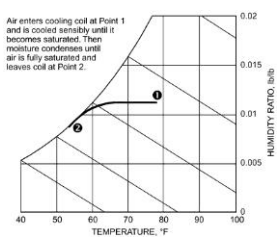


NÃO ESQUEÇA DE RETIRAR O
AVENTAL DA GRÉLHA A TEMPO
RAÍZAS SUPERIORES A 90C

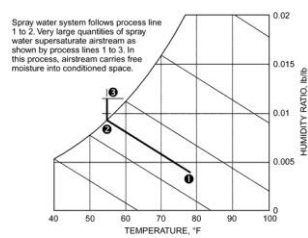
aquecimento e ar condicionado



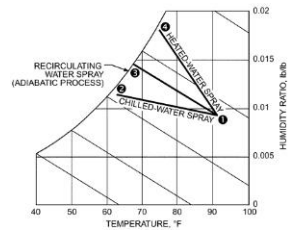
processos de condicionamento do ar



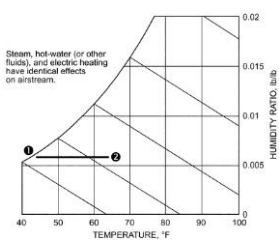
arrefecimento e desumidificação



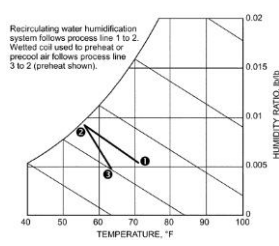
arrefecimento evaporativo



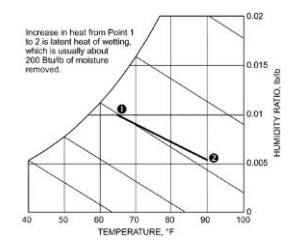
arrefecimento evaporativo



aquecimento



humidificação



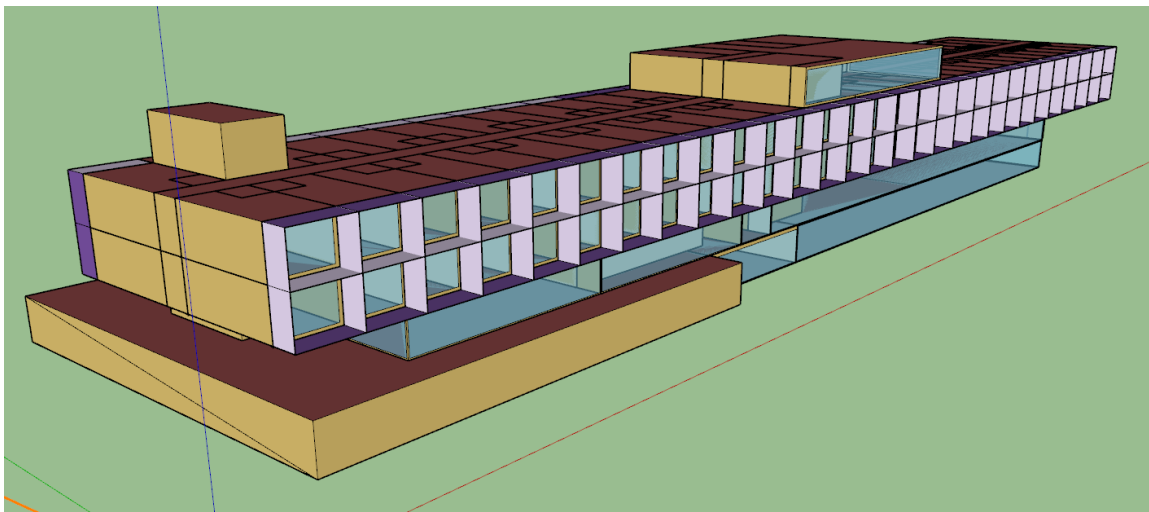
desumidificação química

© ASHRAE

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

implicações da orientação do edifício no AVAC



© PERPÉTUO SOLAR

caso real de um hotel em São Miguel
resultados de simulação dinâmica

quartos N-S

66,8 kW

683,5 GJ

quartos E-W

129,5 kW

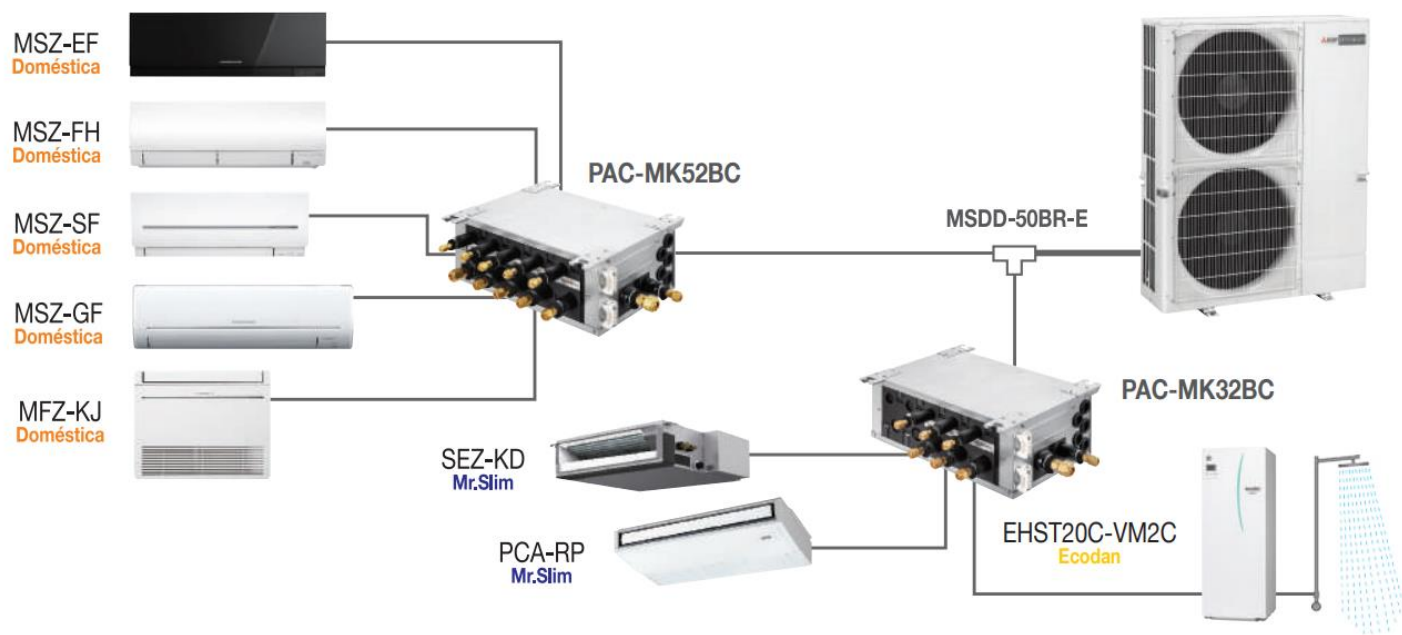
1.019,3 GJ

potência +94%
energia +49%

23 de Novembro de 2023

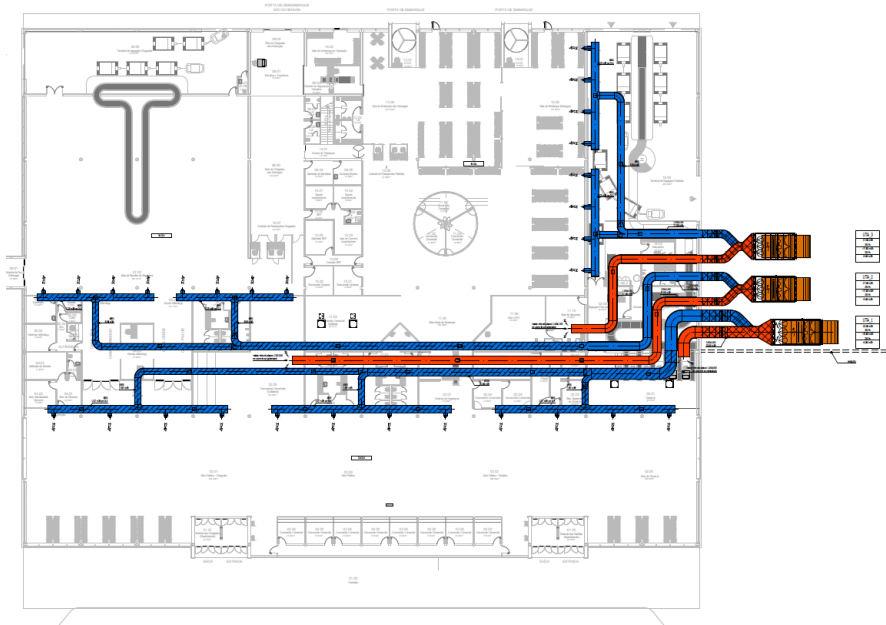
Pedro Perpétuo

aquecimento e ar condicionado



© MITSUBISHI ELECTRIC

caso de estudo – aerogare do Pico



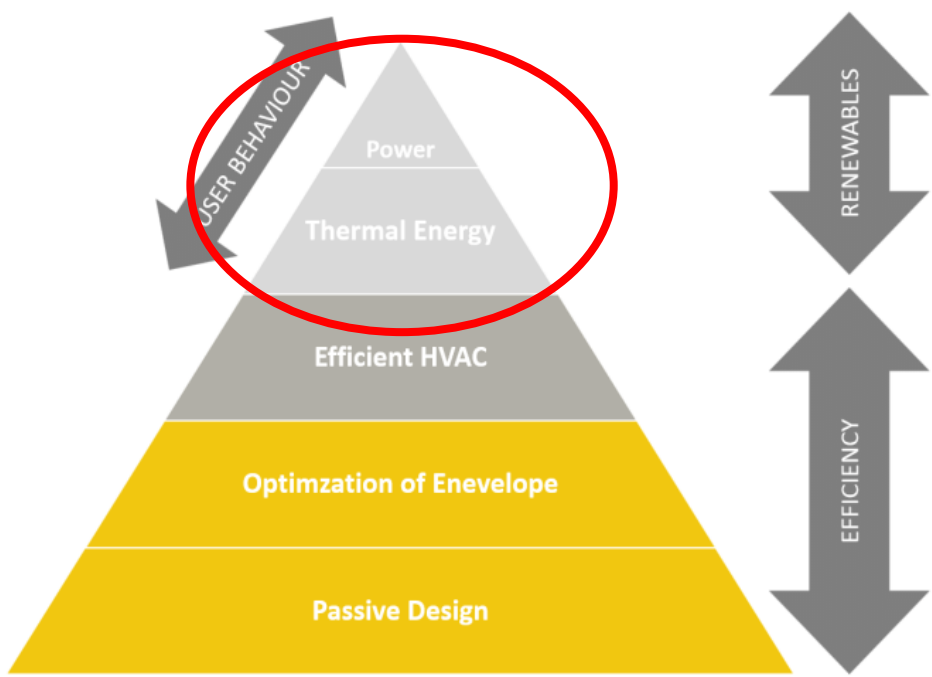
© PERPÉTUO SOLAR

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

FORMAÇÃO (B-LEARNING)



© <https://cravezero.eu/>

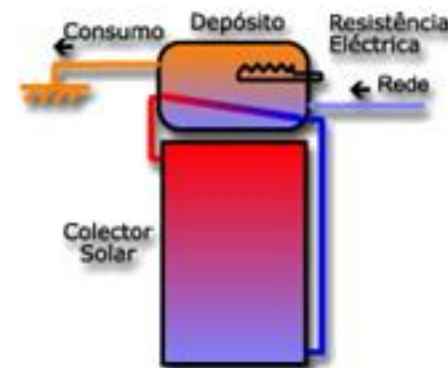
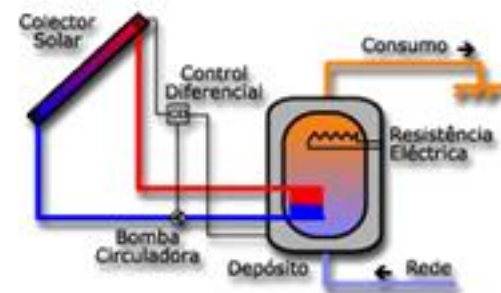
23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

água quente sanitária – solar térmico

Portaria n.º 138-I/2021, de 1 de Julho,
Anexo II

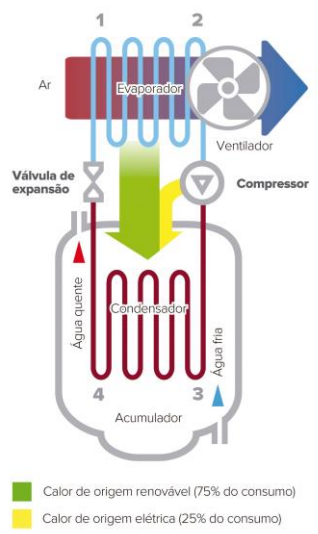
“Nos sistemas de preparação de AQ deve ser privilegiada a utilização de equipamentos com recurso a energia renovável, minimizando o consumo de fontes fósseis;”



23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

água quente sanitária – bombas-de-calor



© ARISTON

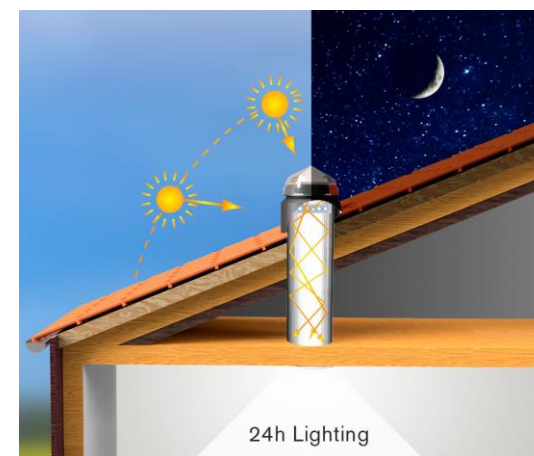
23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

iluminação

Portaria n.º 138-I/2021, de 1 de Julho, Anexo II

- valores de densidade de potência instalada máxima (DPI_{100})
- dimensionamento conforme previsto nas normas EN 12464-1 e EN 12193 (locais de trabalho e edifícios/recintos desportivos)
- no dimensionamento, não deve ser considerado o contributo da luz natural
- detectores de presença e de luz natural

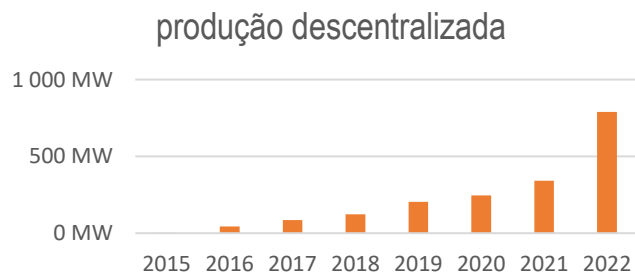


23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

energias renováveis

- sistemas isolados
- sistemas ligados à rede
 - micro-geração - UPP
 - autoconsumo - UPAC
 - comunidades de energia



fonte: DGED



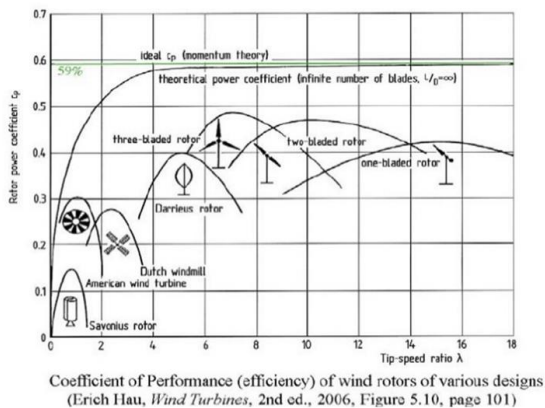
© PERPÉTUO SOLAR

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

energia eólica

- tecnologia clássica
- bom complemento de outras fontes renováveis, em sistemas híbridos
- requisitos quanto ao local de instalação
- manutenção periódica

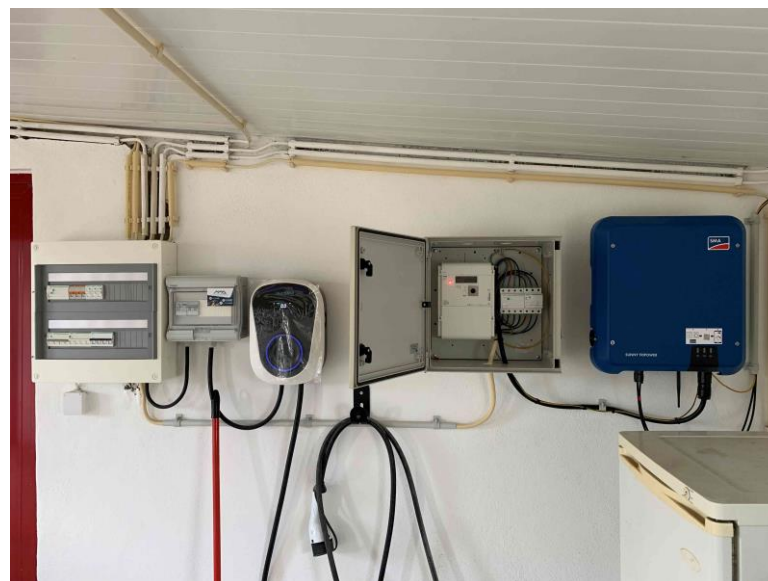


© PERPÉTUO SOLAR

23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

energia solar fotovoltaica

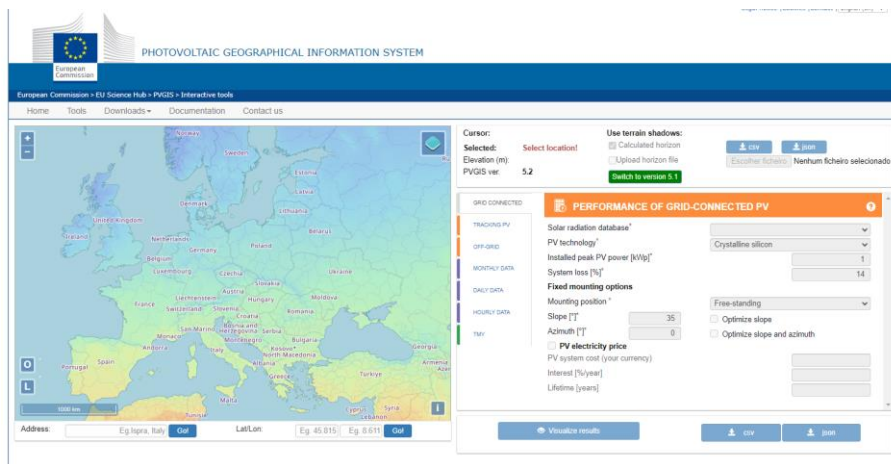


© PERPÉTUO SOLAR

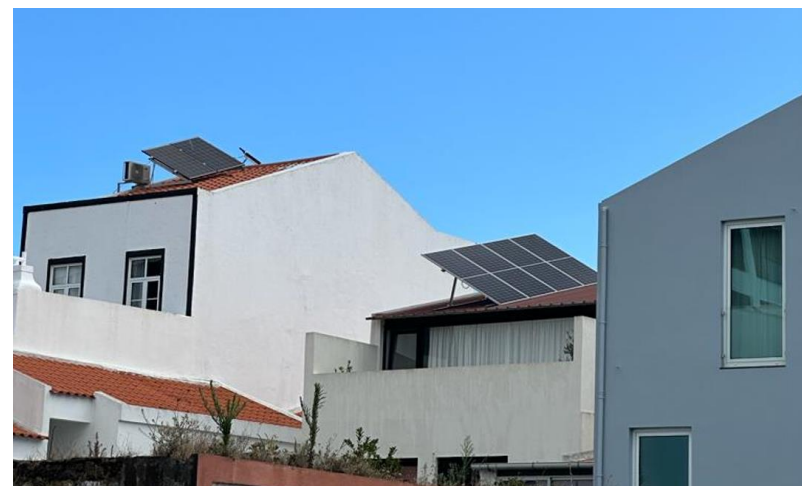
23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

energia solar fotovoltaica - dimensionamento



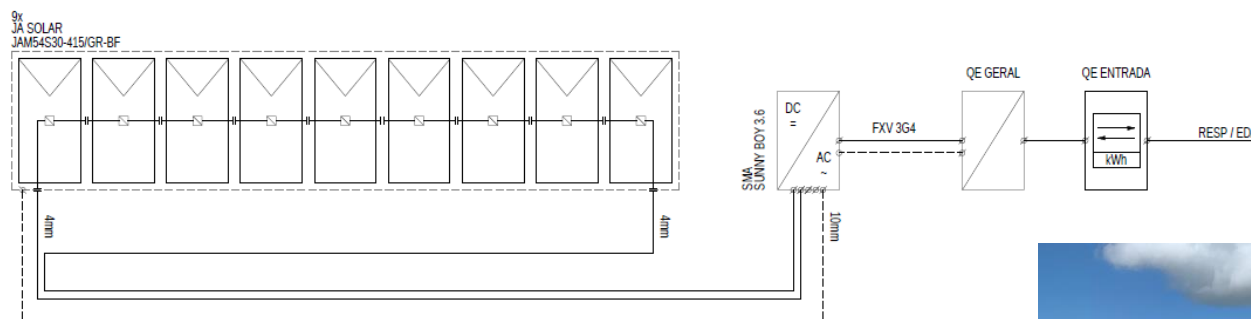
Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)



- sistema 1 kW horizontal 1.177 kWh
- sistema 1 kW Sul 35° 1.311 kWh

a diferença entre a orientação óptima e o horizontal é de apenas 11%

energia solar fotovoltaica – esquema tipo



- UPAC - autoconsumo
- sem baterias
- injeção do excedente na RESP – EDA



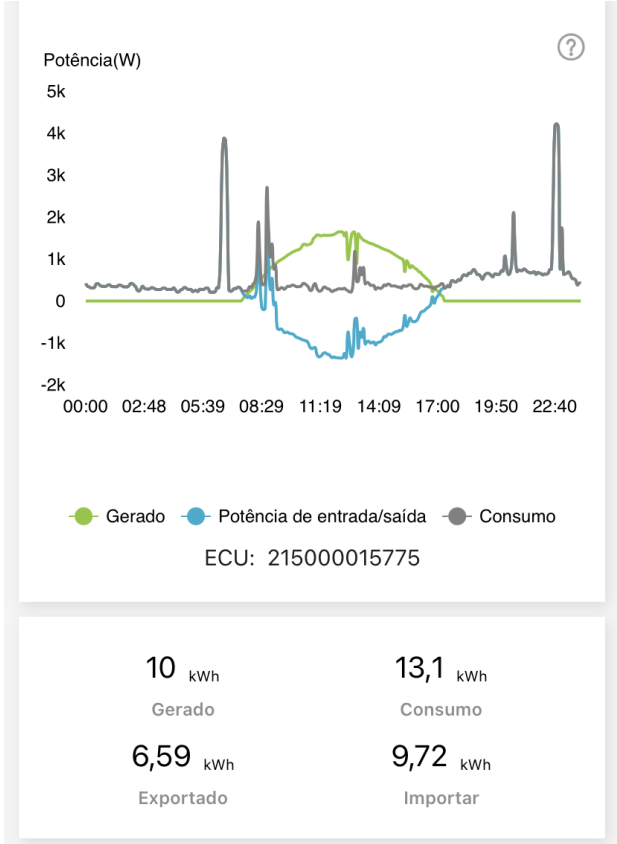
© PERPÉTUO SOLAR

autoconsumo

Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de Outubro
regime jurídico do autoconsumo

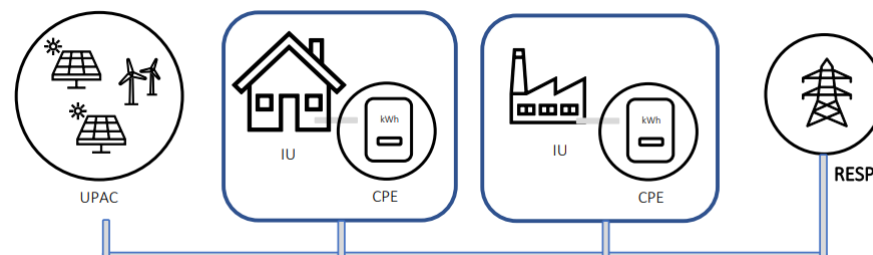
produção de energia renovável para consumo próprio, podendo armazenar ou vender electricidade, desde que não constitua a sua principal actividade

o dimensionamento das unidades de produção para autoconsumo (UPAC) deve ser realizado por forma a otimizar a relação entre a produção e o consumo de energia da própria instalação



autoconsumo colectivo

um grupo de pelo menos dois
autoconsumidores organizados em
condomínios de edifícios em regime de
propriedade horizontal ou não, ou um grupo
de autoconsumidores situados no mesmo
edifício ou zona de apartamentos ou de
moradias, em relação de vizinhança próxima



© ADENE

Manual Digital – Autoconsumo e Comunidade de Energia Renovável:



23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

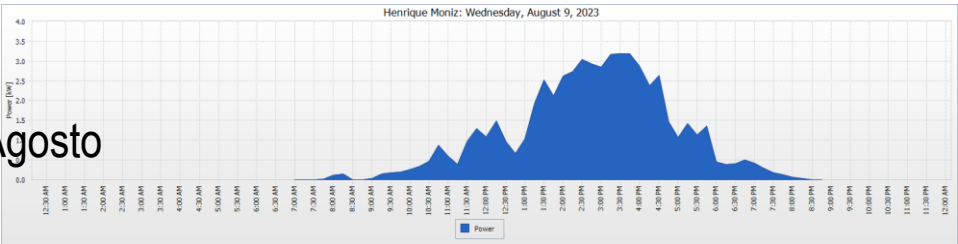
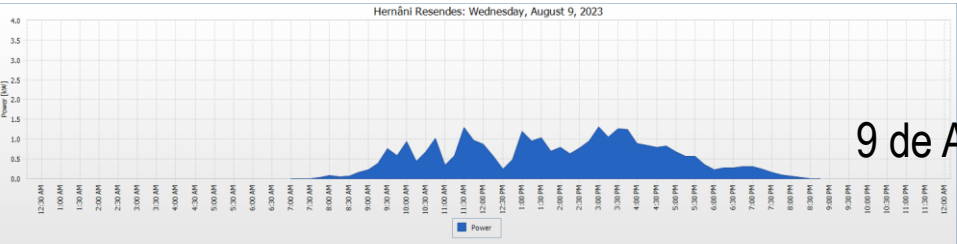
FORMAÇÃO (B-LEARNING)



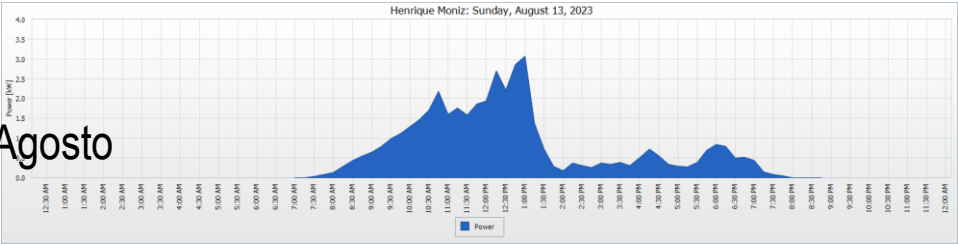
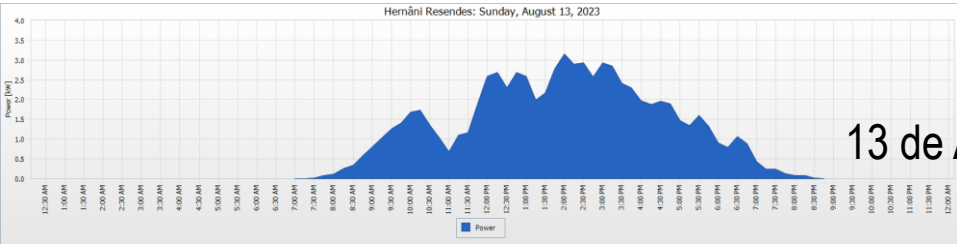
São Miguel – costa sul



São Miguel – costa norte



9 de Agosto



13 de Agosto

23 de Novembro de 2023

© PERPÉTUO SOLAR

Pedro Perpétuo



GOVERNO
DOS AÇORES

Secretaria Regional do Ambiente
e Alterações Climáticas



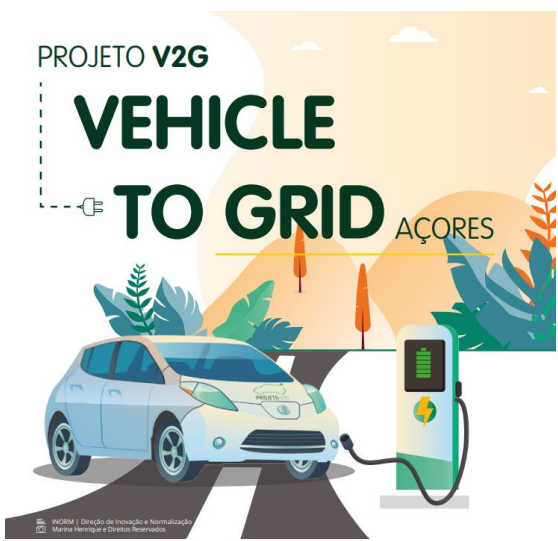
Interreg
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



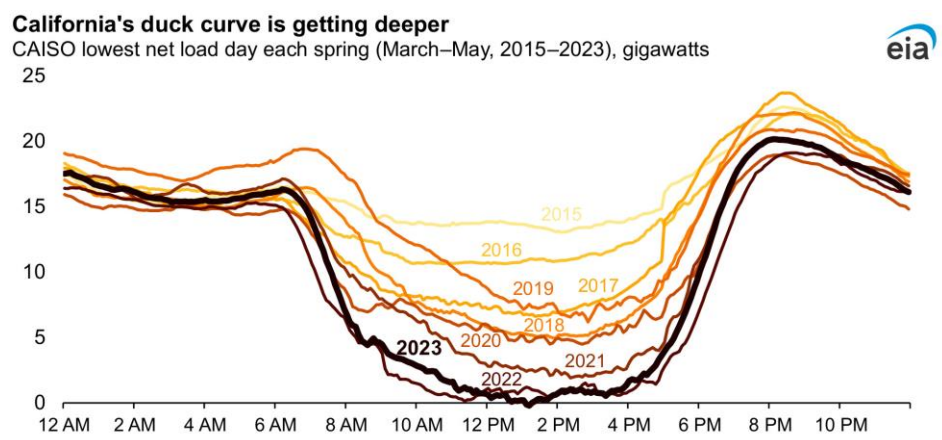
MAC 2014-2020
Cooperação Territorial



redes inteligentes



© DREn



© U.S. Energy Information Administration - EIA

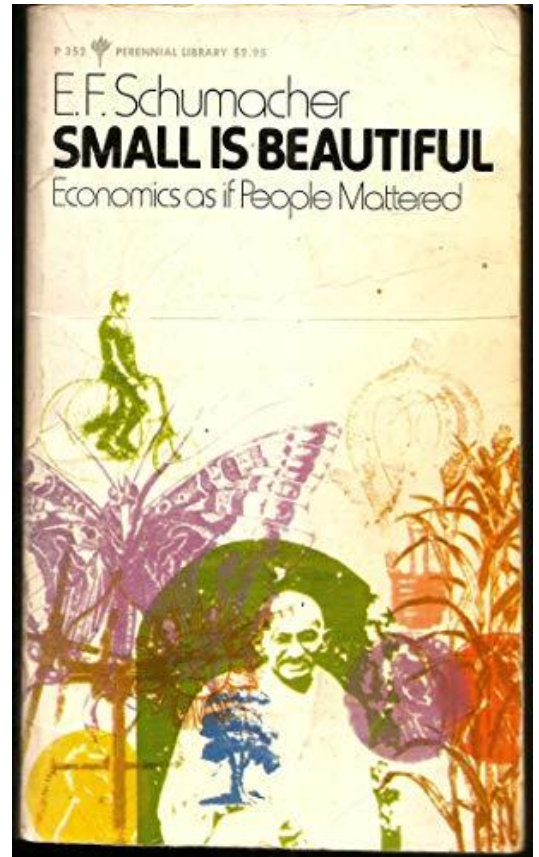
ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)

através do avanço tecnológico o Homem resolve alguns dos seus problemas, criando tantas vezes outros ainda mais difíceis de resolver



Quase todos os aspetos das nossas vidas estão saturados de tecnologia. Basicamente – o modo como nos movemos, consumimos, comunicamos e procuramos informações –, tudo mudou drasticamente em resposta à tecnologia, seja nos últimos séculos ou mesmo nos últimos anos. E embora seja tentador acreditar que se a tecnologia avançasse o suficiente resolveria os nossos maiores problemas, alguns filósofos sugeriram que é na crença na tecnologia que está a raiz do problema.

© Alteração Primata, VYBARR CREGAN-REID



23 de Novembro de 2023

Pedro Perpétuo

OBRIGADO !

pedro.perpetuo@gmail.com

23 de Novembro de 2023

Paulo Franco / Pedro Perpétuo